

## 适用于专门启用耳机的 CD326x 音频接口发送器

### 1 特性

- 与专门启用的音频接口 (iPhone® 和 iPad®) 兼容
- 低静态电流
  - 按钮模式 (不使用麦克风) : 3 $\mu$ A
  - 音调模式 (使用麦克风) : 110 $\mu$ A
- 微型 DSBGA (YZP) 封装
- ESD 性能
  - 人体放电模式 : 2000V
  - 器件充电模式 : 500V

### 2 应用

- 有线耳机信号发送器, 兼容配备专门启用音频接口的系统
- 参见第 54 章: *耳机远程和麦克风发送器*, 位于 [Apple 开发页面](#) 中的 [Apple 器件的附件设计指南](#)。

### 3 说明

CD326x 支持两种工作模式: 按钮模式和音调模式。按钮模式不支持麦克风。按钮模式将来自外部开关电阻器网络 (连接到 REM 引脚) 的直流电压传递到 MIC 引脚, 以便从外部测量电压。音调模式支持麦克风, 并可基于外部开关电阻器网络 (连接到 REM 引脚) 检测按

钮按压操作。音调模式会生成相应的超声波信号, 这些信号 (通过 TONE 引脚上的驱动器输出) 叠加在系统 MICBIAS 线路上。当连接到专门启用的音频接口时, 此类信号即可控制音频功能。MIC 引脚上的输入直流偏置电平可控制选用按钮还是音调模式。在音调模式期间, CD326x 还提供控制或偏置外部 MEMS (微机电系统) 技术麦克风模块的功能。

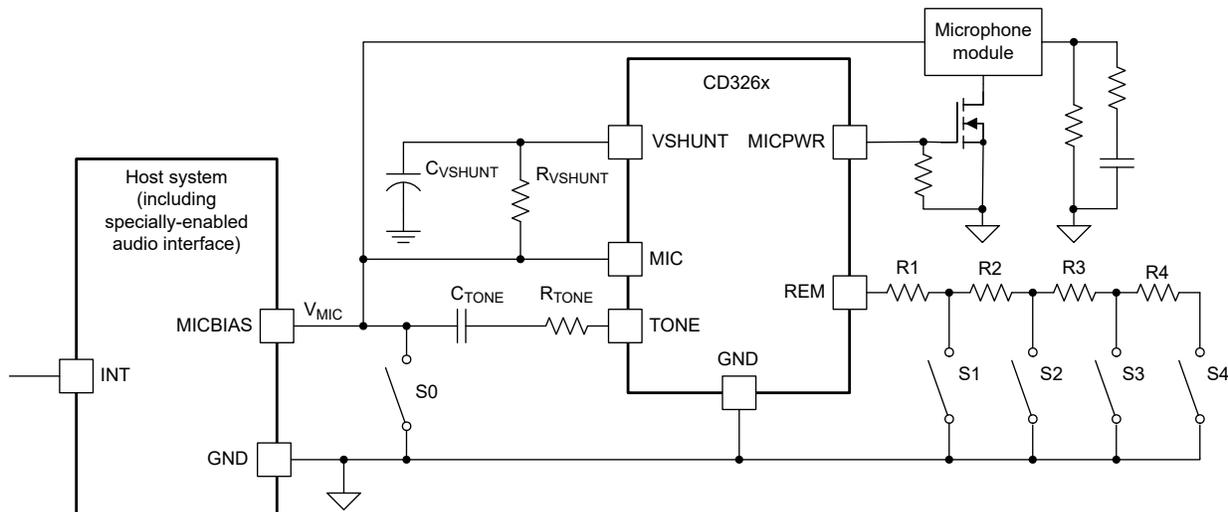
#### 封装信息

器件型号	封装 <sup>(1)</sup>	封装尺寸 <sup>(2)</sup>
CD3268	YZP (DSBGA, 6)	1.45mm × 0.95mm × 0.5mm
CD3269	YZP (DSBGA, 6)	1.45mm × 0.95mm × 0.5mm

- (1) 如需了解所有可用封装, 请参阅节 11 中的可订购产品附录  
 (2) 封装尺寸 (长 × 宽 × 高) 为标称值, 并包括引脚 (如适用)。

#### 器件信息

器件型号	TX ACK 音调频率 (kHz) (典型值)	等效按钮
CD3268	130	1
CD3269	165	2



简化版应用



## 内容

<b>1 特性</b> .....	1	7.1 概述.....	14
<b>2 应用</b> .....	1	7.2 功能方框图.....	14
<b>3 说明</b> .....	1	7.3 特性说明.....	15
<b>4 引脚配置和功能</b> .....	3	7.4 器件功能模式.....	17
<b>5 规格</b> .....	4	<b>8 应用和实施</b> .....	20
5.1 绝对最大额定值.....	4	8.1 应用信息.....	20
5.2 ESD 等级.....	4	8.2 典型应用.....	20
5.3 建议运行条件.....	4	8.3 电源相关建议.....	21
5.4 热性能信息.....	4	8.4 布局.....	22
5.5 电气特性.....	4	<b>9 器件和文档支持</b> .....	23
5.6 时序要求.....	6	9.1 器件支持.....	23
<b>6 参数测量信息</b> .....	7	9.2 接收文档更新通知.....	23
6.1 $e_{N-MIC}$ 麦克风积分噪声测量.....	7	9.3 支持资源.....	23
6.2 电流测量.....	7	9.4 商标.....	23
6.3 MICPWR 输出电压测量.....	9	9.5 静电放电警告.....	23
6.4 音调模式阈值测量.....	9	9.6 术语表.....	23
6.5 阻抗测量.....	10	<b>10 修订历史记录</b> .....	23
6.6 音调模式输出测量.....	12	<b>11 机械、封装和可订购信息</b> .....	23
<b>7 详细说明</b> .....	14		

## 4 引脚配置和功能

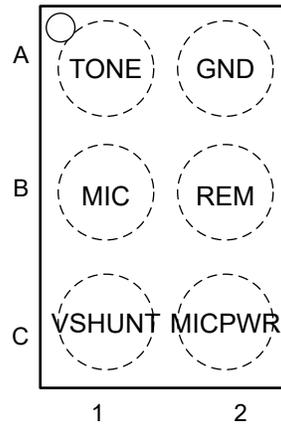


图 4-1. DSBGA 封装，6 引脚 YZP (俯视图)

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型 <sup>(1)</sup>	说明
名称	编号		
GND	A2	P	接地
麦克风	B1	I	输入直流偏置；电压决定了运行模式。
MICPWR	C2	O	麦克风电源；用作控制输出，以启用/禁用外部麦克风模块。
REM	B2	I/O	远程开关网络
音调	A1	O	音调发生器输出
VSHUNT	C1	I	外部麦克风偏置

(1) I = 输入，O = 输出，I/O = 输入或输出，P = 电源

## 5 规格

### 5.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明) <sup>(1)</sup>

		最小值	最大值	单位
V <sub>SUPPLY</sub>	电源电压, VSHUNT、MIC 引脚	-0.5	4.6	V
V <sub>O</sub>	输出电压, MICPWR、TONE 引脚	-0.5	4.6	V
I <sub>0K</sub>	输出钳位电流, MICPWR、TONE 引脚 (V <sub>O</sub> < 0)	-20		mA
V <sub>I</sub>	输入电压, REM 引脚	-0.5	4.6	V
I <sub>IK</sub>	输入钳位电流, REM 引脚 (V <sub>I</sub> < 0)	-20		mA
I <sub>SUPPLY</sub> 和 I <sub>GND</sub>	通过 VSHUNT、MIC 或 GND 引脚的连续电流	-50	50	mA
T <sub>stg</sub>	贮存温度	-65	150	°C

(1) 超出“绝对最大额定值”运行可能会对器件造成永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出“建议运行条件”但在“绝对最大额定值”范围内使用, 器件可能不会完全正常运行, 这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。

### 5.2 ESD 等级

			值	单位
V <sub>(ESD)</sub>	静电放电	人体放电模型	±2000	V
		充电器件模型	±500	

### 5.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)

		最小值	标称值	最大值	单位
V <sub>MICBIAS</sub>	按钮模式 - 偏置电压 (MIC 引脚通过 1%、2.21kΩ 电阻器连接至 MICBIAS) ; 此范围内的 MIC 引脚电压可启用按钮模式	1.8		2.1	V
V <sub>MICBIAS</sub>	音调模式 - 偏置电压 (MIC 引脚通过 1%、2.21kΩ 电阻器连接至 MICBIAS) ; 此范围内的 MIC 引脚电压可启用音调模式	2.56		2.84	V
T <sub>A</sub>	环境温度	-40		85	°C

### 5.4 热性能信息

热指标 <sup>(1)</sup>		YZP (DSBGA)		单位
		6 引脚		
R <sub>θJA</sub>	结至环境热阻 - YZP 封装	123		°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息, 请参阅 [半导体和 IC 封装热指标应用手册](#)。

### 5.5 电气特性

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>偏置、电流和阈值</b>						
I <sub>MICBIAS-B</sub>	流入 MIC + VSHUNT 的静态电流	按钮模式, V <sub>MICBIAS</sub> = 2.1V, (图 6-2)		3	6	μA
I <sub>MIC-T</sub>	流入 MIC 的静态电流	音调模式, (图 6-3)		34	46	μA
I <sub>VSHUNT-T</sub>	流入 VSHUNT 的静态电流	音调模式 <sup>(1)</sup> , (图 6-3)		60	80	μA
I <sub>MIC-TA</sub>	流入 MIC 的有效电流	音调模式, (图 6-4)		35	45	μA

## 5.5 电气特性 (续)

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$I_{VSHUNT-TA}$	流入 VSHUNT 的有效电流	音调模式 <sup>(1)</sup> , (图 6-4)		104	123	$\mu A$
$V_{TR}$	音调模式阈值电压 - 上升	MIC 上升 (麦克风启用), $V_{MICPWR} = 1.0V$ , (图 6-6 和 图 6-7)	2.20	2.35	2.5	V
$V_{TF}$	音调模式阈值电压 - 下降	MIC 下降 (麦克风启用), $V_{MICPWR} = 0.4V$ , (图 6-6 和 图 6-7)	0.55	0.8	1	V
$V_{MICPWR}$	MICPWR 输出电压	$I_{MICPWR} = 120 \mu A$ 至 $150 \mu A$ , (图 6-5)	1.51	1.56	1.61	V
$R_{SO}$	并联稳压器输出阻抗	频率 = 100Hz, (图 6-8)	5	18	25	$\Omega$
		频率 = 20kHz, (图 6-8)	12	21	35	$\Omega$
		频率 = 300kHz, (图 6-8)	300	458	650	$\Omega$
		频率 = 1MHz, (图 6-8)	2600	2830	3300	$\Omega$
$R_{ONA}$	开关 A, $R_{DSON}$	音调模式, $I_{MICPWR} = 1mA$ , $V_{MICBIAS} = 2.56V$ , (图 6-9)		40	55	$\Omega$
$R_{ONB}$	开关 B, $R_{DSON}$	按钮模式, $I_{REM} = 1mA$ , $V_{MIC} = 1.2V$ , (图 6-10)		22	30.5	$\Omega$
<b>音调和按钮模式参数</b>						
$e_{n-mic100}$	MIC 积分噪声	100Hz 至 20kHz, (图 6-1)		1.5	2	$\mu V_{RMS}$
$e_{n-mic1K}$	MIC 积分噪声	1kHz 至 20kHz, (图 6-1)		0.39	1	$\mu V_{RMS}$
$f_{TONE1}$	按钮 1 频率 - CD3268 ACK 音调	$R_{REM} = 6.81k \Omega$ , (图 6-13)	109	130	159	kHz
$f_{TONE2}$	按钮 2 频率 - CD3269 ACK 音调	$R_{REM} = 9.42k \Omega$ , (图 6-13)	138	165	200	kHz
$f_{TONE3}$	按钮 3 频率	$R_{REM} = 12.99k \Omega$ , (图 6-13)	167	201	242	kHz
$f_{TONE4}$	按钮 4 频率	$R_{REM} = 19.8 k \Omega$ , (图 6-13)	196	237	284	kHz
$f_{CAL}$	校准频率	(图 6-13)	225	271	325	kHz
$f_{REL}$	按钮释放频率	(图 6-13)	81	97	117	kHz
$BR_1$	按钮 1 比率	$f_{TONE1}/f_{CAL}$	0.470	0.488	0.500	
$BR_2$	按钮 2 比率	$f_{TONE2}/f_{CAL}$	0.600	0.609	0.630	
$BR_3$	按钮 3 比率	$f_{TONE3}/f_{CAL}$	0.730	0.740	0.758	
$BR_4$	按钮 4 比率	$f_{TONE4}/f_{CAL}$	0.860	0.876	0.890	
$BR_{REL}$	按钮释放比率	$f_{REL}/f_{CAL}$	0.340	0.360	0.380	
$R_{BT1}$	按钮 1 边界		6.61	6.81	7.01	k $\Omega$
$R_{BT2}$	按钮 2 边界		9.14	9.42	9.7	k $\Omega$
$R_{BT3}$	按钮 3 边界		12.60	12.99	13.38	k $\Omega$
$R_{BT4}$	按钮 4 边界		19.21	19.80	20.39	k $\Omega$
$V_{TA}$	音调振幅	$R_{TONE} = 1M \Omega$ , (图 6-11 和 图 6-12)	350	550	720	mVp-p
		$R_{TONE} = 100k \Omega$ , (图 6-11 和 图 6-12)	300	515	710	mVp-p
		$R_{TONE} = 10k \Omega$ , (图 6-11 和 图 6-12)	200	390	620	mVp-p
		$R_{TONE} = 1k \Omega$ , (图 6-11 和 图 6-12)	40	140	320	mVp-p

(1) 该电流流经 MIC 与 VSHUNT 之间的  $R_{VSHUNT}$ , 是保持 VSHUNT 稳压 1.56V 的最小电流。流经  $R_{VSHUNT}$  的过量电流将输送到 MICPWR 处的负载。MICPWR 处负载未使用的过量电流将在内部分流至 GND。

## 5.6 时序要求

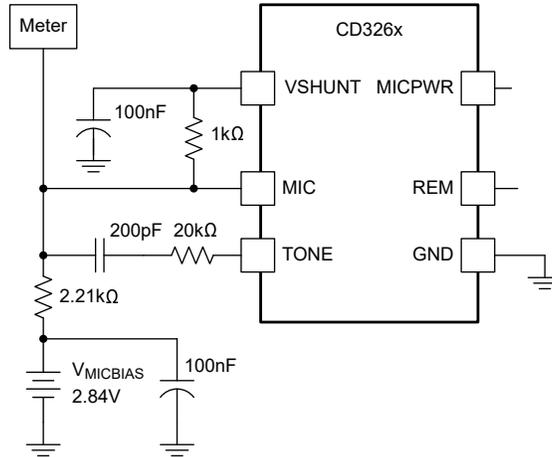
在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

参数	定义	最小值	典型值	最大值	单位
<b>音调、按钮和开关时序</b>					
$t_{CAL}$	校准音调持续时间, (图 7-2)	0.8	0.9	0.98	ms
$t_{ACK}$	ACK 音调持续时间, (图 7-2)	5.0	5.5	6.0	ms
$t_B$	按钮音调持续时间	1.4	1.8	2.2	ms
$t_{DB}$	按钮去抖时间	8.4	9.1	10	ms
$t_{M2T}$	启用音调模式后的音调发送延迟, (图 7-2)	4	6	8	ms
$t_{ONA}$	开关 A 启用时间, (图 7-2)	0.8	1.2	2	ms
$t_{OFFB}$	开关 B 禁用时间, (图 7-2)	0.7	1	2	ms
$t_{REG}$	并联稳压器启用时间: 从 MIC = 2.3V 到 MICPWR = 1.56V 的时间, (图 7-2)	1	2.5	3.5	ms

## 6 参数测量信息

本节展示了测量选定性能的设计原理图。

### 6.1 $e_{N-MIC}$ 麦克风积分噪声测量



在进行测量之前， $V_{MIC}$  必须升至 2.35V (典型值) 以上才能进入音调模式。

图 6-1. MIC 积分噪声测试设置

### 6.2 电流测量

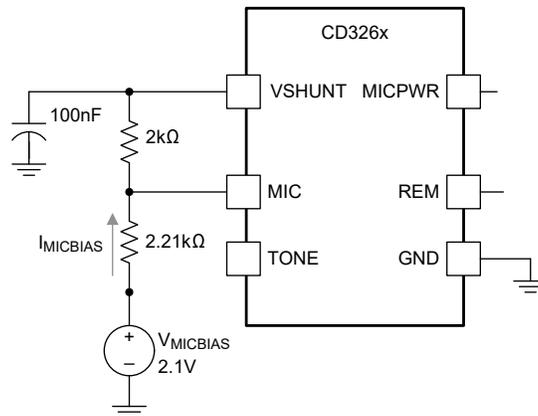
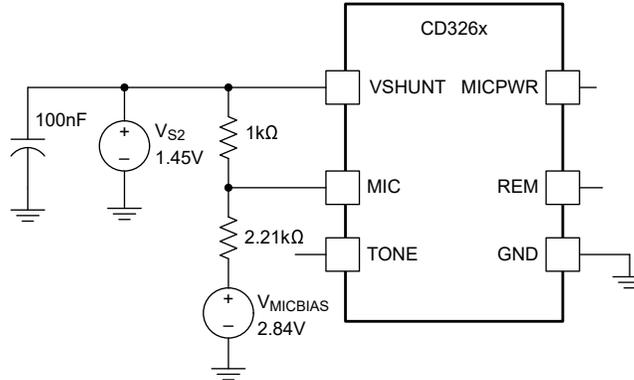


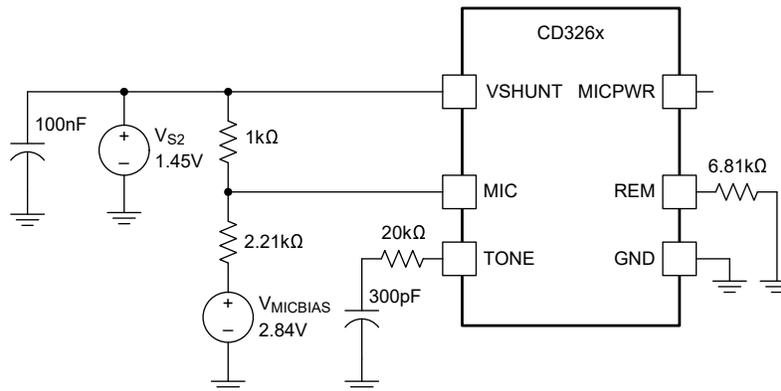
图 6-2. 按钮模式电流测量测试设置



在进行测量之前， $V_{MIC}$  必须升至 **2.35V (典型值)** 以上才能进入音调模式。

$$I_{MIC-T} = I_{MICBIAS} - \left( \frac{V_{MIC} - 1.45}{1.0k} \right) \quad I_{VSHUNT-T} = \left( \frac{V_{MIC} - 1.45}{1.0k} \right) - I_{VS2}$$

图 6-3. 音调模式静态电流消耗测量



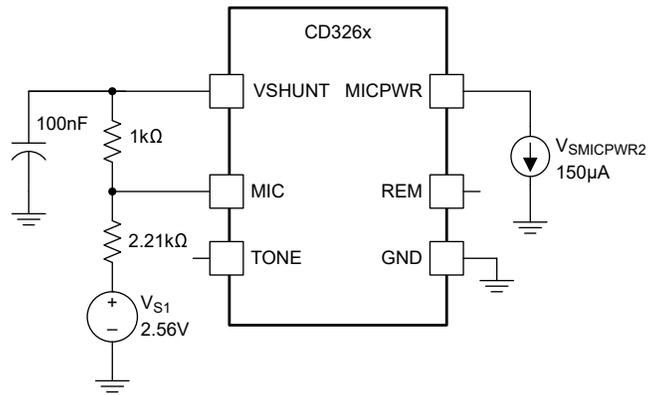
在施加  $V_{S2}$  之前， $V_{MIC}$  必须升至 **2.35V (典型值)** 以上才能进入音调模式。

在校准音调期间进行电流测量。

$$I_{MIC-T} = I_{MICBIAS} - \left( \frac{V_{MIC} - 1.45}{1.0k} \right) \quad I_{VSHUNT-T} = \left( \frac{V_{MIC} - 1.45}{1.0k} \right) - I_{VS2}$$

图 6-4. 音调模式有效电流消耗测量

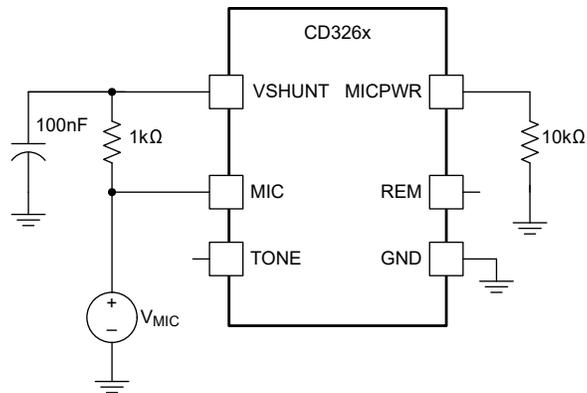
### 6.3 MICPWR 输出电压测量



在进行测量之前， $V_{MIC}$  必须升至 2.35V (典型值) 以上才能进入音调模式。

图 6-5.  $V_{MICPWR}$  测量

### 6.4 音调模式阈值测量



在进行测量之前， $V_{MIC}$  必须升至 2.35V (典型值) 以上才能进入音调模式。

图 6-6.  $V_{TR}$  和  $V_{TF}$  测量

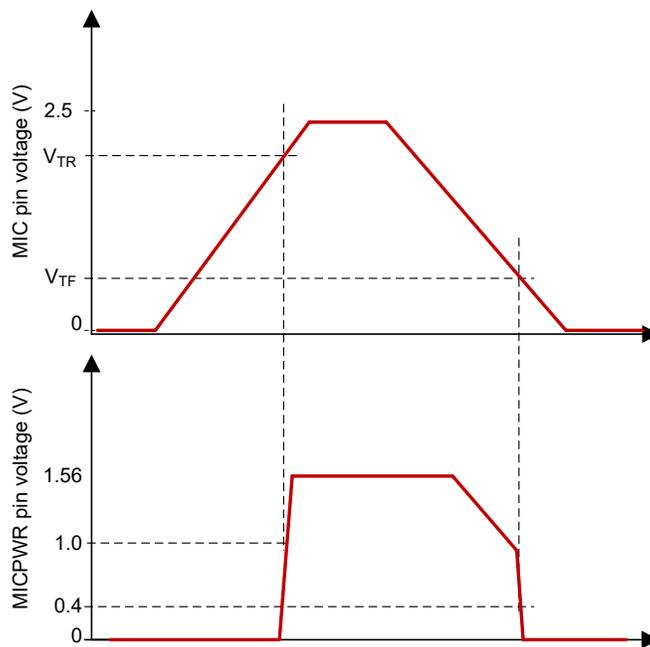
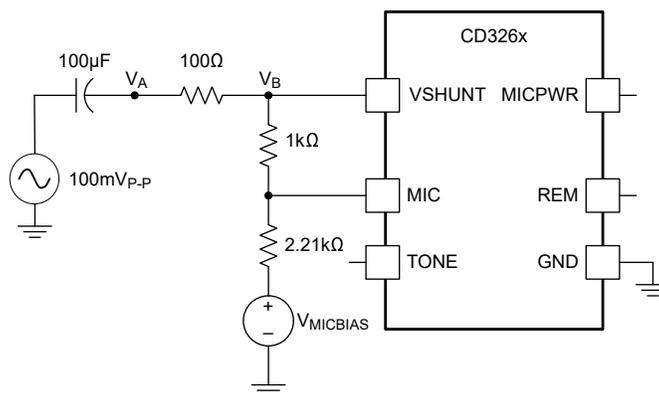


图 6-7.  $V_{TR}$  和  $V_{TF}$  波形

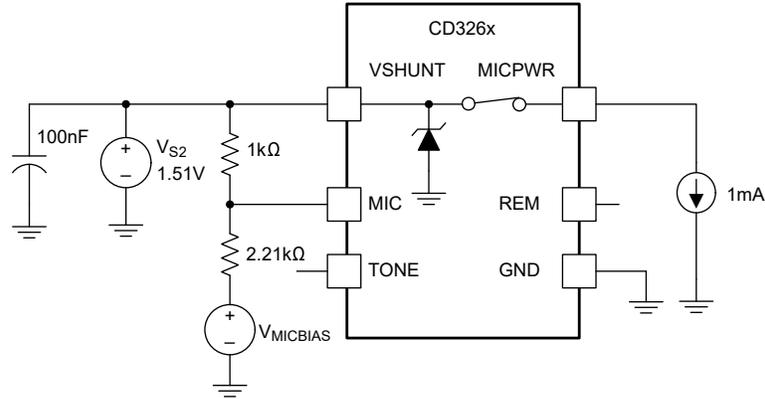
## 6.5 阻抗测量



在进行测量之前， $V_{MIC}$  必须升至 2.35V (典型值) 以上才能进入音调模式。

$$R_{SO} = \frac{V_B}{(V_A - V_B)/100}$$

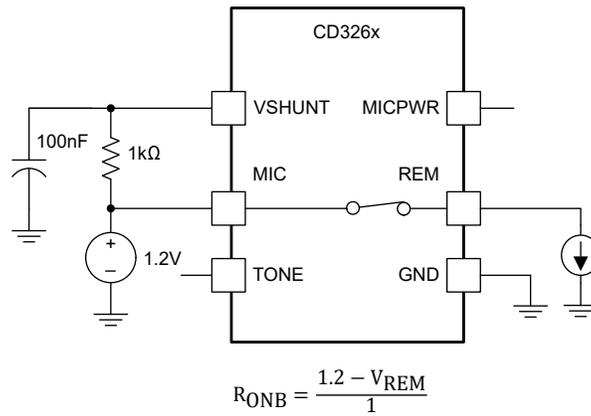
图 6-8.  $R_{SO}$  并联稳压器阻抗测量



在进行测量之前， $V_{MIC}$  必须升至 **2.35V** (典型值) 以上才能进入音调模式。

$$R_{ONA} = \frac{1.51 - V_{MICPWR}}{1}$$

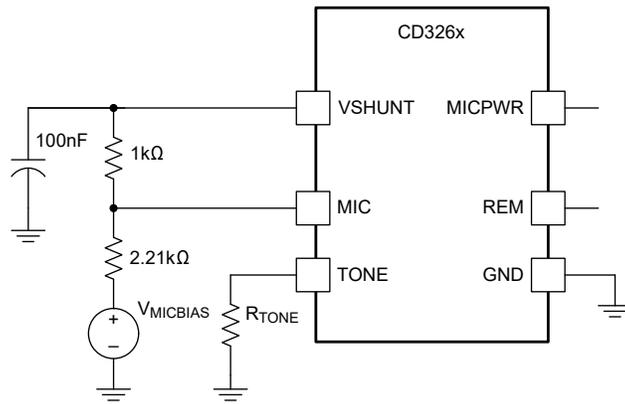
图 6-9.  $R_{ON}$  开关 A 测量



$$R_{ONB} = \frac{1.2 - V_{REM}}{1}$$

图 6-10.  $R_{ON}$  开关 B 测量

## 6.6 音调模式输出测量



在进行测量之前， $V_{MIC}$  必须升至 2.35V (典型值) 以上才能进入音调模式。

在校准音调期间测量音调振幅

图 6-11.  $V_{TA}$  音调振幅测量

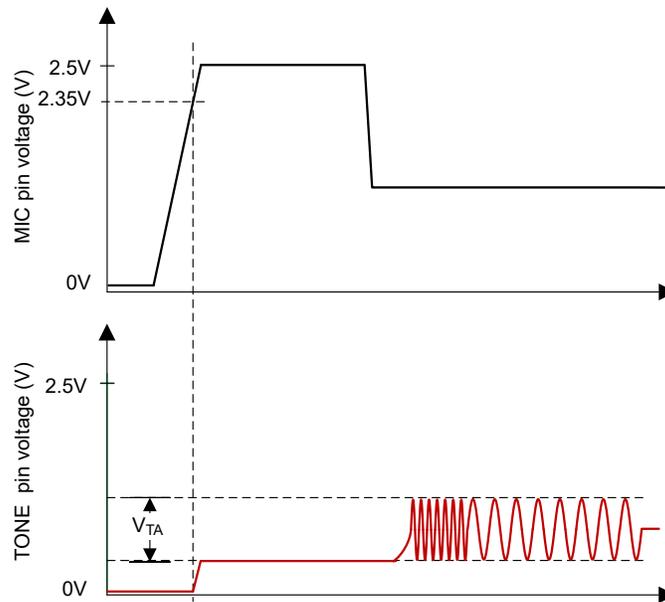
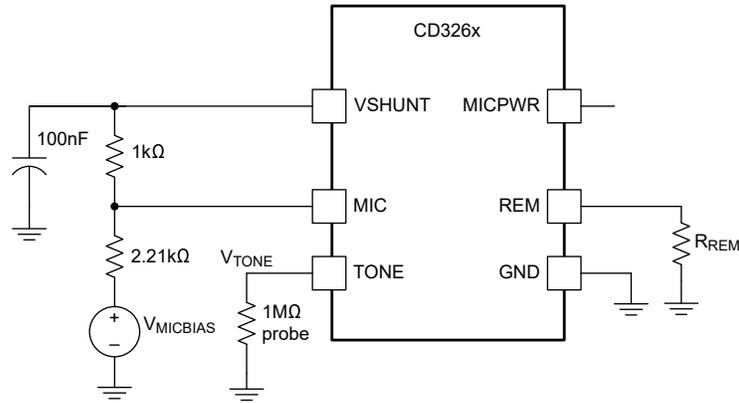


图 6-12.  $V_{TA}$  波形



在进行测量之前， $V_{MIC}$  必须升至 2.35V (典型值) 以上才能进入音调模式。

图 6-13.  $f_{TONE}$  音调频率测量

## 7 详细说明

### 7.1 概述

CD326x 与一个专门启用的音频接口通信，以报告检测到的远程按钮按压操作。器件支持按钮模式和音调模式这两种基本模式，激活模式由 MIC 引脚上的直流偏置电压电平（音调模式和按钮模式下分别为 2.5V 和 2.0V）决定。偏置电压通常由专门启用的音频接口提供。

在按钮模式运行期间，CD326x 作为一个直通元件运行，将 REM 引脚上的直流电压连接到 MIC 引脚。REM 引脚连接到外部开关电阻器网络，其中每个开关均对应唯一按钮。按下按钮时，偏置线路上的直流电平会发生变化，然后专门启用的音频接口会从外部检测到这一情况并进行测量。按钮模式不支持外部麦克风的偏置或控制。在图 7-1 中，按钮模式由开关 A 打开和开关 B 关闭表示。

在音调模式运行期间，CD326x 支持使用一个外部 MEMS 麦克风模块。该模块可从 MICPWR 引脚偏置，也可使用 MICPWR 引脚控制外部电路以启用或禁用麦克风电源，如图 8-1 所示。REM 引脚用于检测外部开关电阻器网络的按钮按压操作，然后 CD326x 会在 TONE 引脚上生成相应的超声波信号。每个按钮的音调都是唯一的，并且从外部耦合到系统麦克风偏置线路和 MIC 引脚，如图 8-1 所示。专门启用的音频接口能够测定音调的频率，将音调解码为特定的按钮按压操作，进而相应地控制系统运行。通常情况下，连接到 REM 引脚的外部开关电阻器网络采用三个按钮开关，并具有以下功能：音量增大、音量降低和中央按钮。但 CD326x 可最多支持四个独立按钮，从而实现更多定制功能。

CD326x 还提供身份验证、并联调节和上电复位 (POR) 功能。具体如节 7.3 中所述。

### 7.2 功能方框图

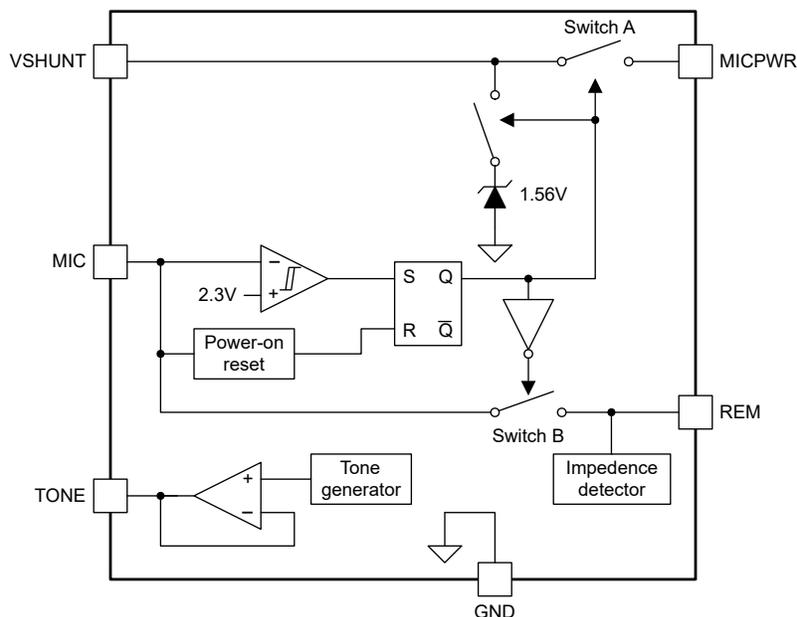


图 7-1. 功能方框图

## 7.3 特性说明

### 7.3.1 音调模式启动时序

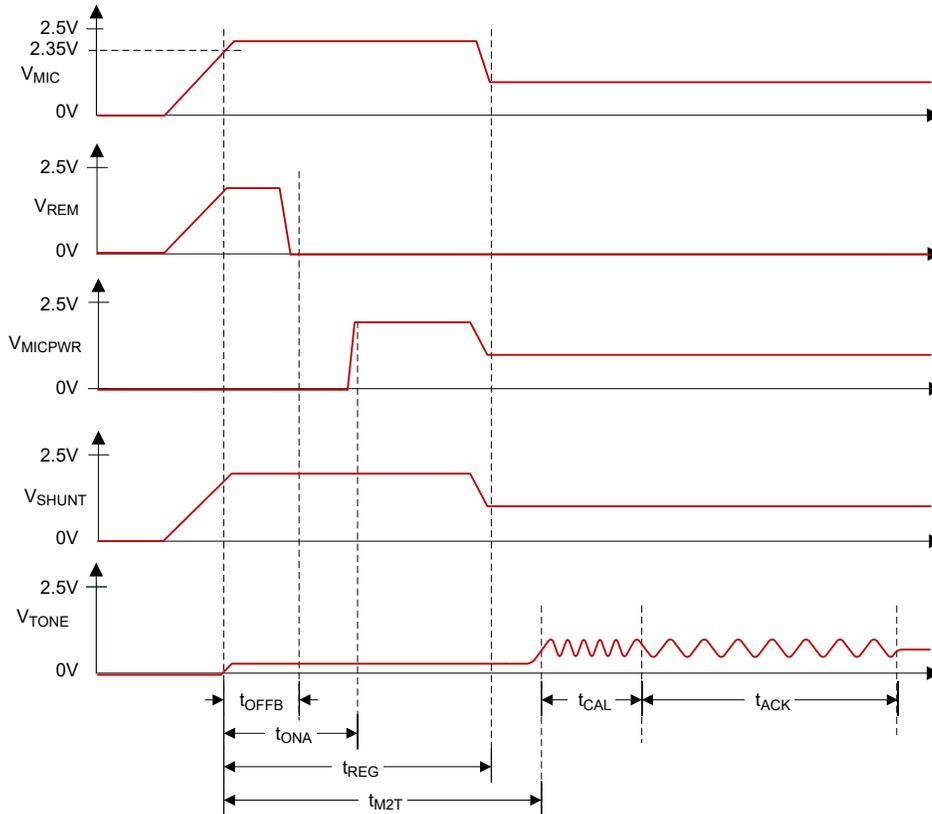


图 7-2. 音调模式启动时序

音调模式启动序列如下：

1. 检测到  $V_{MIC} > 2.35V$  后，连接 MIC 和 REM 引脚的开关（开关 B）将在经过时间  $t_{OFFB}$  后打开。
2. 在  $V_{MIC} > 2.35V$  并经过  $t_{ONA}$  的延迟后，VSHUNT 和 MICPWR 引脚会短接（通过开关 A）。打开由 MICPWR 引脚控制的 FET 开关，进而启用麦克风。
3. 在开关稳定所需的延迟（即在  $V_{MIC} > 2.35V$  并经过  $t_{M2T}$ ）后，CD326x 发送一个预设确认 (ACK) 音调序列。
4. 专门启用的音频接口可检测 ACK 序列，并验证 CD326x 是否存在。

### 7.3.2 身份验证

为了验证与专门启用的音频接口的连接，CD326x 在启动时提供一个身份验证序列。启用音调模式（施加  $V_{MIC} > 2.35V$  典型值）后，专门启用的音频接口将等待接收来自 CD326x 的确认。此确认是一种音调序列，与采用音调模式运行时按下按钮类似。如果 CD326x 在上电时识别到音调模式，器件会向专门启用的音频接口发送一个确认 (ACK) 音调序列。音调频率与 CD3268 的 S1 按钮按压音调和 CD3269 的 S2 按钮按压音调相同。但与按钮按压操作的标准音调序列相比，ACK 音调序列生成的第二个音调延长了 3.7ms。

专门启用的音频接口读取音序列，如图 7-6 所示。专门启用的音频接口会执行三次采样：第一次采样用于确定校准频率，第二次采样用于确定按钮/ACK 频率，第三次采样用于区分身份验证序列和按钮按压操作。第三次采样在第二次采样后的 2.89ms 执行。如果专门启用的音频接口在第三次采样期间读取 ACK 频率，则该接口会确认接收到正确的身份验证序列。如果在第三次采样时未检测到音调频率，则专门启用的音频接口会将音调序列识别为按钮音调。在超时后的任意时刻识别到按钮音调时，专门启用的音频接口将记录一次按钮按压事件。

### 7.3.3 并联稳压器

CD326x 中的内部并联稳压器将内部电路电源与 MIC 引脚隔离开来。并联稳压器可通过 MICPWR 引脚为外部麦克风模块供电，或者使用 MICPWR 输出作为使能信号以控制外部麦克风模块的电源，如 图 8-1 所示。CD326x 将 MICPWR 输出调节至大约 1.56V。并联稳压器仅在音调模式下调节 VSHUNT 和 MICPWR 引脚。在按钮模式运行期间，CD326x 将关闭稳压器。MIC 与 VSHUNT 引脚之间的外部电阻决定了流入 VSHUNT 引脚的电流。并联稳压器需要至少 93 $\mu$ A 的电流来保持 VSHUNT 引脚的稳压。任何过量电流均将在 MICPWR 引脚处为负载所用。任何额外过量电流均会在内部分流到接地端。

### 7.3.4 上电复位

CD326x 具有一个内部上电复位 (POR) 电路，此电路将所有内部逻辑保持在一个预先设定的复位状态，直到电源电压达到一个有效工作电平并且所有内部节点稳定。图 7-3 展示了 POR 操作。

当 MIC 引脚电压低于  $V_{LVALID}$  (典型值为 200mV) 时，POR 处于不确定状态。当 MIC 引脚上的电源电压大于  $V_{LVALID}$  时，POR 电路将置为低电平，直至电源电压上升至  $V_{POR-RISE}$  (典型值为 1.2V)。当电源电压达到  $V_{POR-RISE}$  时，POR 功能会进入有效工作电源状态，POR 信号会在预先设定的延迟  $t_{DPOR}$  (典型值为 1ms) 内维持在置为低电平状态。

POR 功能将保持在有效工作电源状态，直到 MIC 引脚上的电源电压降低至低于  $V_{POR-FALL}$  (典型值为 0.8V)。低于该阈值时，POR 电路会立即使 POR 信号有效，并进入初始低电源状态，直到施加有效工作电源电压。当 POR 电路在  $t_{DPOR}$  期间识别到低电源电压时，该电路立即复位延迟计时器，保持置为有效的 POR 信号，并进入低电源状态。再次达到有效工作电源电压后，POR 电路会重复此操作。

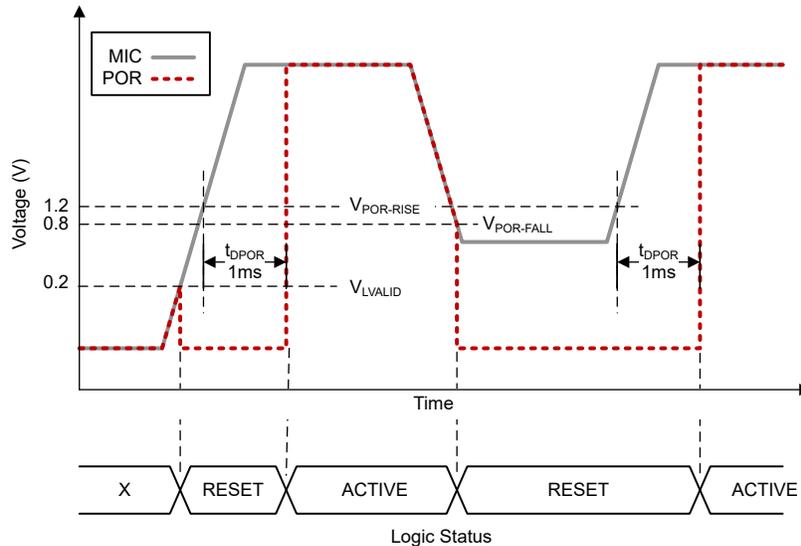


图 7-3. 上电复位 (POR) 逻辑信号

## 7.4 器件功能模式

### 7.4.1 按钮模式

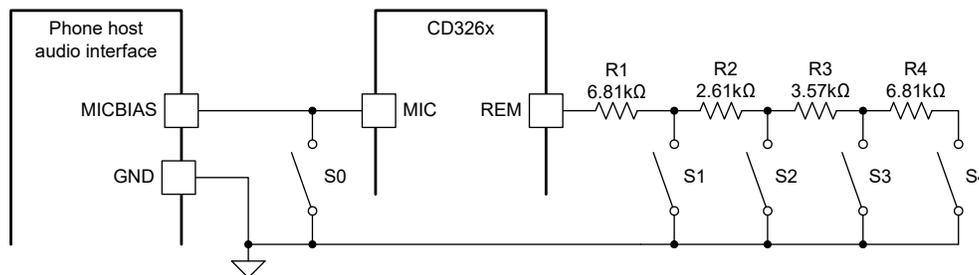
当 CD326x 检测到一个 MIC 引脚电压低于 **2.35V (典型值)** 时，CD326x 就会将 MIC 和 REM 引脚短接在一起并禁用所有其他输入和输出。当发生按钮按压事件时，麦克风偏置线路上的直流电压会随着按钮按压而变化。**表 7-1** 显示了使用 **图 7-4** 中的电阻值时，给定按钮按压操作对应的直流电压。随后，连接到麦克风偏置线路 (MIC 引脚) 的专门启用音频接口即可检测该直流电平。

开关 S0 是能让 MIC 引脚短接到地的独特开关 (通常由专门启用的音频接口控制)。当开关 S0 将 MIC 引脚短接到地时，专门启用的音频接口就会切断 CD326x 的电源。恢复供电后，CD326x 进入按钮模式或音调模式，具体取决于在 MIC 引脚上检测到的电压。

**表 7-1. 开关电压典型值 (按钮模式)**

开关关闭	MIC 引脚电压 (V) <sup>(1)</sup>
S0	0
S1	1.510
S2	1.603
S3	1.690
S4	1.779

(1)  $V_{MICBIAS}$  是 MIC 引脚上的电压：2.0V (典型值)



建议使用容差  $\leq 1\%$  的电阻

**图 7-4. 建议按钮模式电阻值**

### 7.4.2 音调模式

当 CD326x 在 MIC 引脚上检测到一个高于**上升音调模式阈值电压 (典型值为 2.35V)** 的值时，CD326x 进入音调模式。当器件在提供低于音调模式阈值电压的电压时转换到音调模式，则电源的过冲电压可能会暂时将 MIC 引脚电压推至阈值以上。减小电源斜升或降低电源电压均可降低浪涌电流，进而实现此功能。

**图 7-5** 显示了 CD326x 进入音调模式时的启动序列。进入音调模式后，器件会打开连接 MIC 和 REM 引脚的开关 (开关 B)。经过预先设定的延迟后，器件将 VSHUNT 引脚和 MICPWR 引脚 (开关 A) 短接。此功能有助于防止来自内部电路的有害噪声混入麦克风偏置线路。经过另一个预先设定的延迟之后，CD326x 会发送如 **节 7.3.2** 中所述的确认音调序列。

当麦克风处于偏置状态并工作时，用于按钮模式的开关电阻器网络会导致偏置电压出现较大的直流电平偏移。这种电平偏移会导致麦克风出现意外的咔嗒声、砰砰声或去偏置。为防止出现此类现象，当 CD326x 进入音调模式时，CD326x 会断开开关电阻器网络与麦克风偏置线路的连接，通过并联稳压器为外部麦克风供电，并启用音调生成电路。TONE 引脚将音调交流耦合到麦克风偏置线路上，以便专门启用的音频接口解析。借助 MICPWR 引脚的输出，即可直接偏置外部麦克风或通过外部电路进行偏置，如 **图 8-1** 所示。

在  $I_{MICPWR}$  介于  $120\mu A$  和  $150\mu A$  之间的典型应用中，MICPWR 引脚提供  $1.51V$  至  $1.61V$  的电压（典型值为  $1.56V$ ，参阅  $V_{MICPWR}$ ）。如果 MICPWR 引脚悬空或消耗的电流超出此类限值，就会导致电压超过 MICPWR 输出电压规格。此外，将 MIC 引脚上的电压提升到  $2.5V$  以上会驱动 MICPWR 输出电压高于  $1.61V$ 。

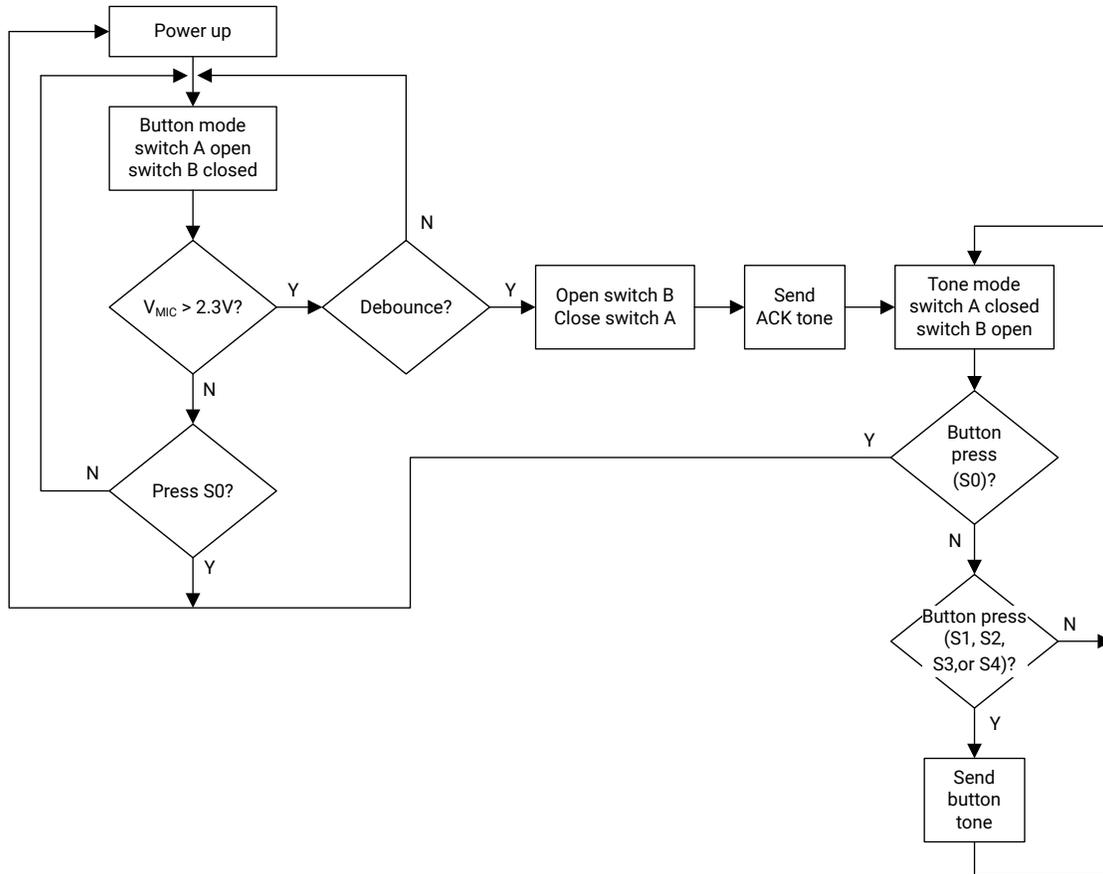


图 7-5. 音调模式上电序列

为确保准确性，CD326x 会在每次按压按钮时发送两个音调，如 图 7-6 所示。第一个音调在  $0.9ms$  内启用，为校准频率。第二个音调会在  $1.8ms$  内启用，并且是所选按钮的唯一频率。专门启用的音频接口会计算这两个频率的比率，并将该比率转换为按钮按压信息。该功能可提供不受时钟频率变化影响的准确结果。

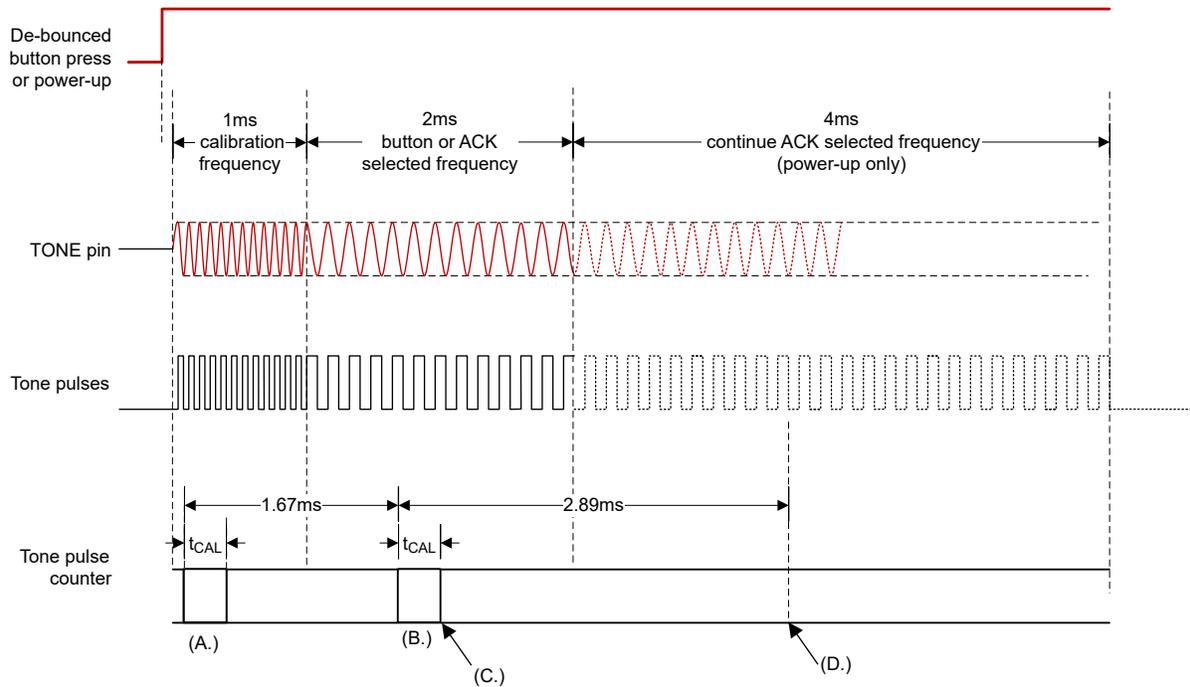


图 7-6. 音调传输和解码方法

- A. 计数 63 个音调脉冲来设置  $t_{CAL}$ 。
- B. 在  $t_{CAL}$  期间计数  $n$  个音调脉冲。
- C. 从  $n$  值解码的音调频率。
- D. 采样了音调活动。如果处于激活状态，则接收到 ACK 音调。如果未激活，则收到按钮音调。

CD326x 保持在音调模式，直到 MIC 引脚电压降至 0.8V 以下。恢复供电后，CD326x 进入按钮模式或音调模式，具体取决于在 MIC 引脚上检测到的电压。有关该过程的更多详细信息，请参阅节 7.3.4。

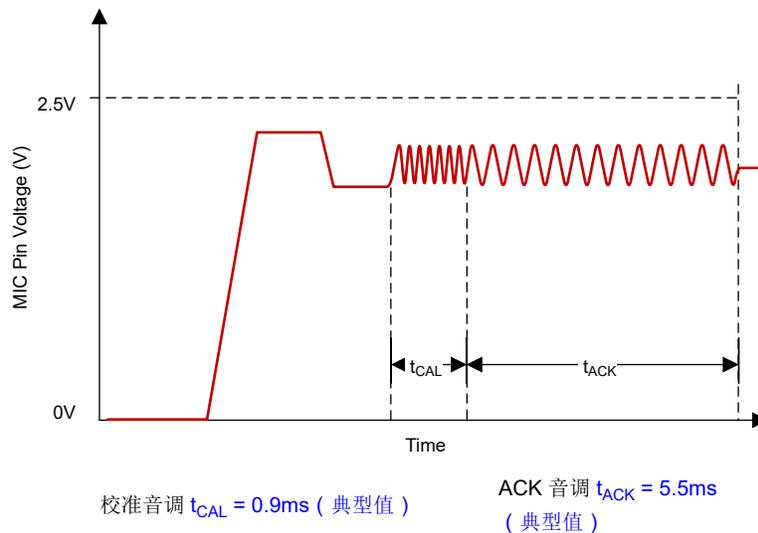


图 7-7. 音调模式确认时序

## 8 应用和实施

### 备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

### 8.1 应用信息

CD326x 器件是一款高效、小型、灵活的有线耳机信号发送器，可兼容配备专门启用音频接口的系统。此设计支持带或不带麦克风的系统，同时还可兼容多达四个独立按钮。

### 8.2 典型应用

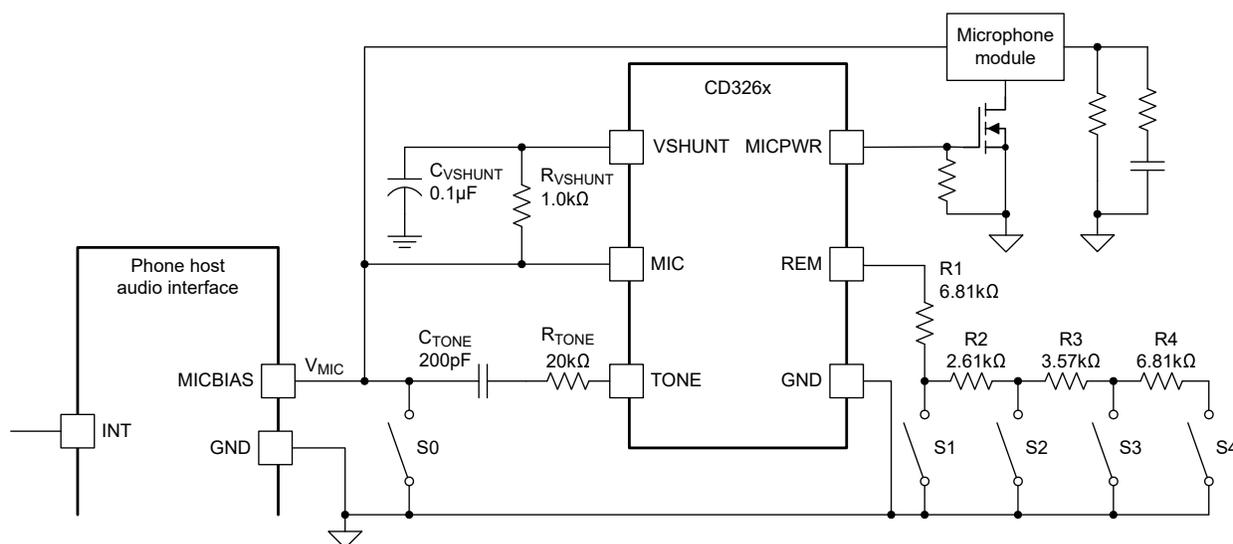


图 8-1. 典型应用

#### 8.2.1 设计要求

表 8-1. 元件典型值

参数		值	单位
$C_{MIC}$	MIC 电容器	10	$\mu F$
$C_{VSHUNT}$	VSHUNT 电容器	0.1	
$C_{TONE}$	TONE 电容器	200	$pF$
$R_{MIC}$	MIC 电阻器	1.0	$k\Omega$
$R_{VSHUNT}$	VSHUNT 电阻器	1.0	
$R_{TONE}$	TONE 电阻器	20.0	
R1	S1 开关电阻器	6.81	
R2	S2 开关电阻器	2.61	
R3	S3 开关电阻器	3.57	
R4	S4 开关电阻器	6.81	

### 8.2.2 应用曲线

图 8-2 显示了在 REM 引脚上应用不同电阻值时产生的音调。向 REM 引脚施加和移除电阻即可模拟 CD326x 检测到按钮按压事件。建议采用的按钮电阻值请见 图 7-4 和 节 5.5 ( 具体为按钮边界 )。此外，每段频带之间有三组电阻值，其间会生成不稳定音调或器件未生成音调 ( 见 表 8-2 )。

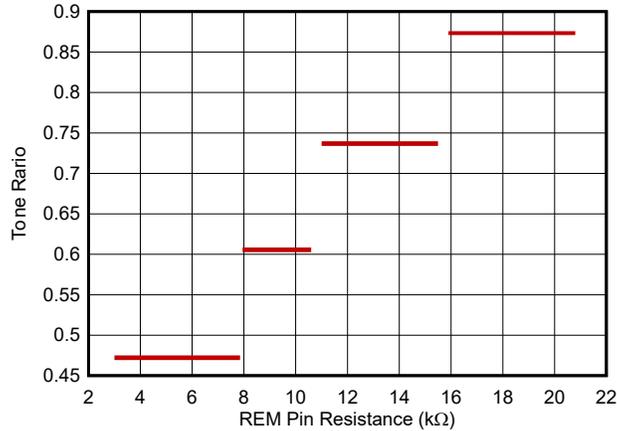


图 8-2. 根据 REM 电阻值生成的音调

表 8-2. 死区范围

按钮转换		死区范围	
从	更改为	低 (kΩ)	高 (kΩ)
按钮 1	按钮 2	7.85	7.95
按钮 2	按钮 3	10.60	11.00
按钮 3	按钮 4	15.50	15.90

对于 图 8-3 和 图 8-4，有效电流是指在音调模式运行过程中生成音调时 VMIC 和 VSHUNT 引脚消耗的电流。

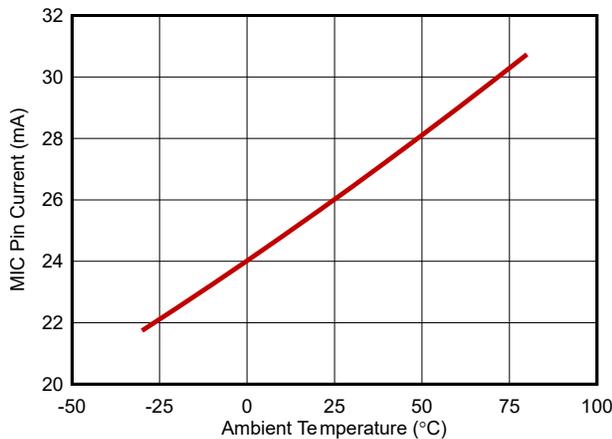


图 8-3. 流入 MIC 引脚的有效电流与温度间的关系

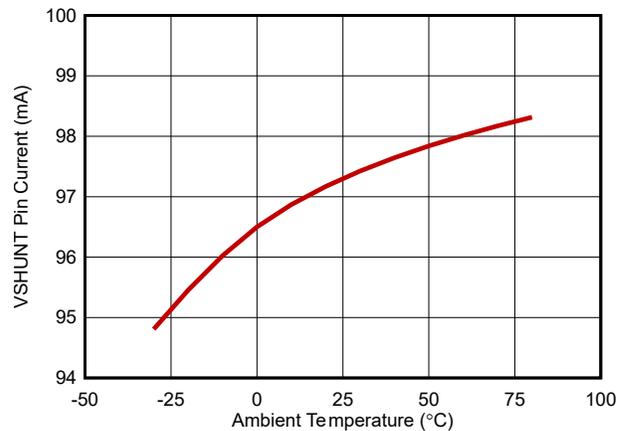


图 8-4. 流入 VSHUNT 引脚的有效电流与温度间的关系

### 8.3 电源相关建议

CD326x 的电源必须根据器件的电源电压、输出电压、电源电流和输出电流确定额定电流。

## 8.4 布局

### 8.4.1 布局指南

系统级性能指标，包括热性能、电磁兼容性 (EMC)、器件可靠性和音频性能，都会受到器件和支持元件布局的影响。严格遵循 节 8.4.2 中所示的布局指南即可符合应用部分中提供的器件和元件选型指南。该示例代表了在布置器件时所涉及的工程权衡的示范性基准平衡。此设计可以根据需要稍加修改以满足特定应用的需求。例如，在某些应用中，可以通过在器件中使用额外的连续覆铜，以增大器件尺寸为代价来改善散热性能。反之，通过在内部走线进行布线并加入过孔栅栏和附加滤波元件，可以折损散热性能来优先考虑 EMI 性能。建议流程是先参考 节 8.4.2 中所示指南，并与 TI 现场应用工程师合作，或通过 E2E 社区根据应用特定目标进行修改。

- 有关 CD326x 的建议布局，请参阅 图 8-5，该布局专为通用外部接地连接而设计。TI 建议将所有元件尽可能靠近封装引脚放置。EVM 实现了建议布局，如 EVM 用户指南所示。
- 为具有高  $dv/dt$  的布线提供低电容路径（相对于所有其他节点）。因此，输入和输出电容应尽可能靠近 IC 引脚放置，并必须避免长距离并联接线以及窄布线。传导交流电的环路轮廓必须尽可能小，因为该面积与辐射的能量成正比。
- 使用具有多个过孔的接地平面来连接每个端子，以创建与 GND 的低阻抗连接，从而更大限度地降低接地噪声。
- 建议使用单一公共 GND 平面，以避免信号之间产生潜在的电压差。
- 放置去耦电容器（尤其是对于 VSHUNT 引脚）时，请将电容器尽可能靠近器件放置。通常推荐使用  $0.1\mu\text{F}$  电容器。

### 8.4.2 布局示例

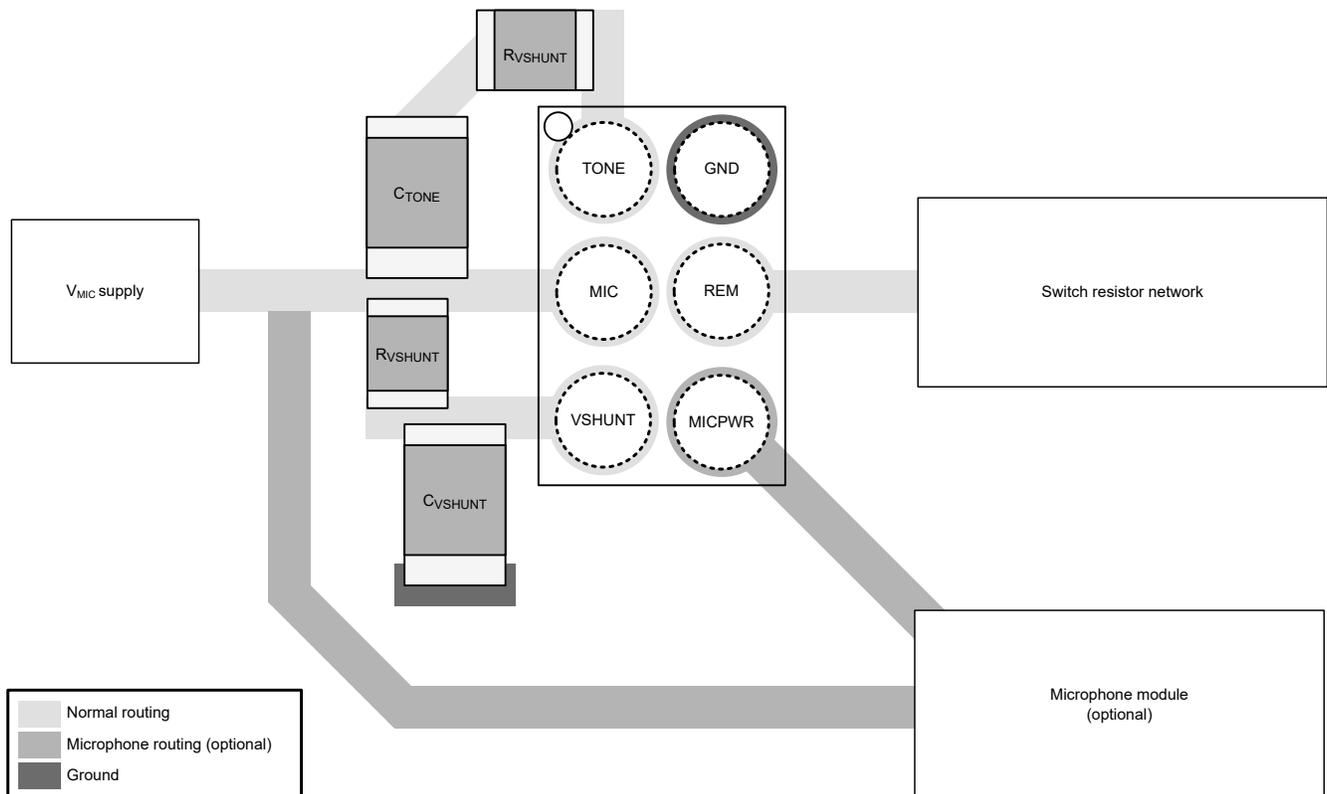


图 8-5. 布局示例

## 9 器件和文档支持

TI 提供广泛的开发工具。下面列出了用于评估器件性能、生成代码和开发解决方案的工具和软件。

### 9.1 器件支持

#### 9.1.1 第三方产品免责声明

TI 发布的与第三方产品或服务有关的信息，不能构成与此类产品或服务或保修的适用性有关的认可，不能构成此类产品或服务单独或与任何 TI 产品或服务一起的表示或认可。

#### 9.1.2 开发支持

关于此产品的开发支持，请参阅以下内容：

- 第 54 章：*耳机远程和麦克风发送器*，位于 [Apple 开发页面](#) 中的 [Apple 器件的附件设计指南](#)。

### 9.2 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 [ti.com](#) 上的器件产品文件夹。点击 [通知](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

### 9.3 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的 [使用条款](#)。

### 9.4 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

iPhone® and iPad® are registered trademarks of Apple, Inc..

所有商标均为其各自所有者的财产。

### 9.5 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

### 9.6 术语表

[TI 术语表](#) 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

## 10 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

日期	修订版本	注释
May 2025	*	初始发行版

## 11 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

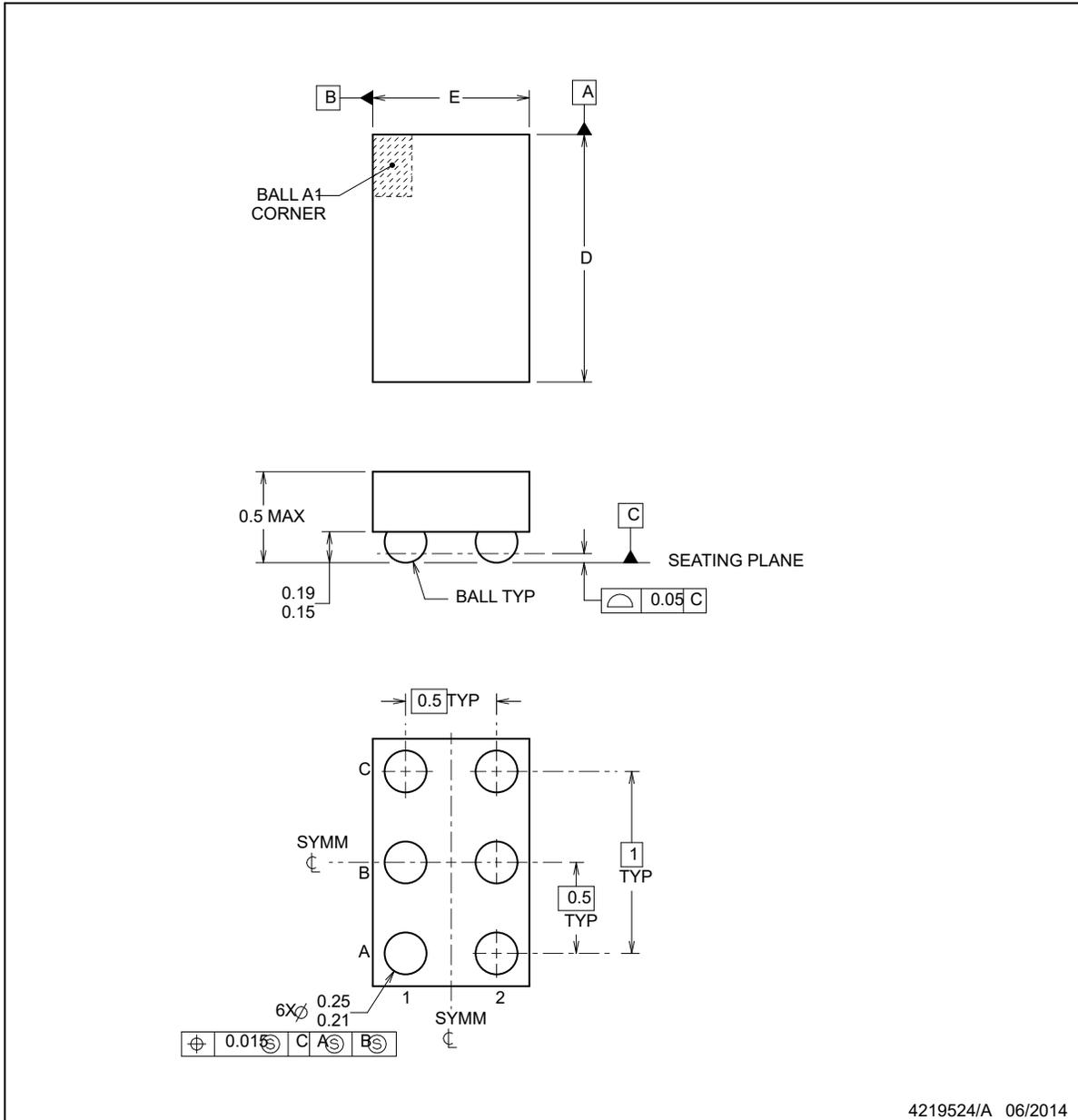


# YZP0006

# PACKAGE OUTLINE

## DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES:

NanoFree is a trademark of Texas Instruments.

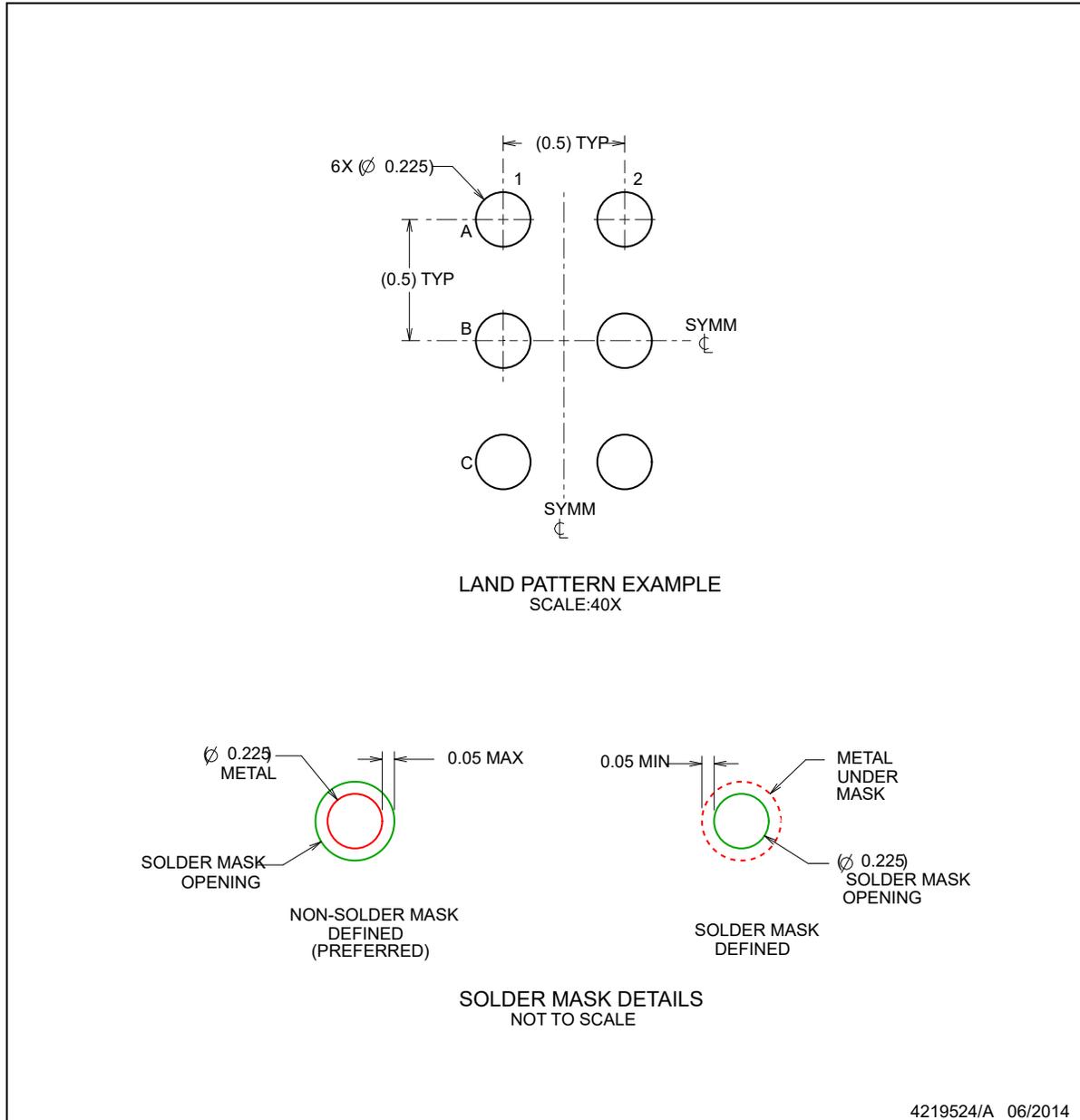
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. NanoFree™ package configuration.

## EXAMPLE BOARD LAYOUT

**YZP0006**

**DSBGA - 0.5 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES: (continued)

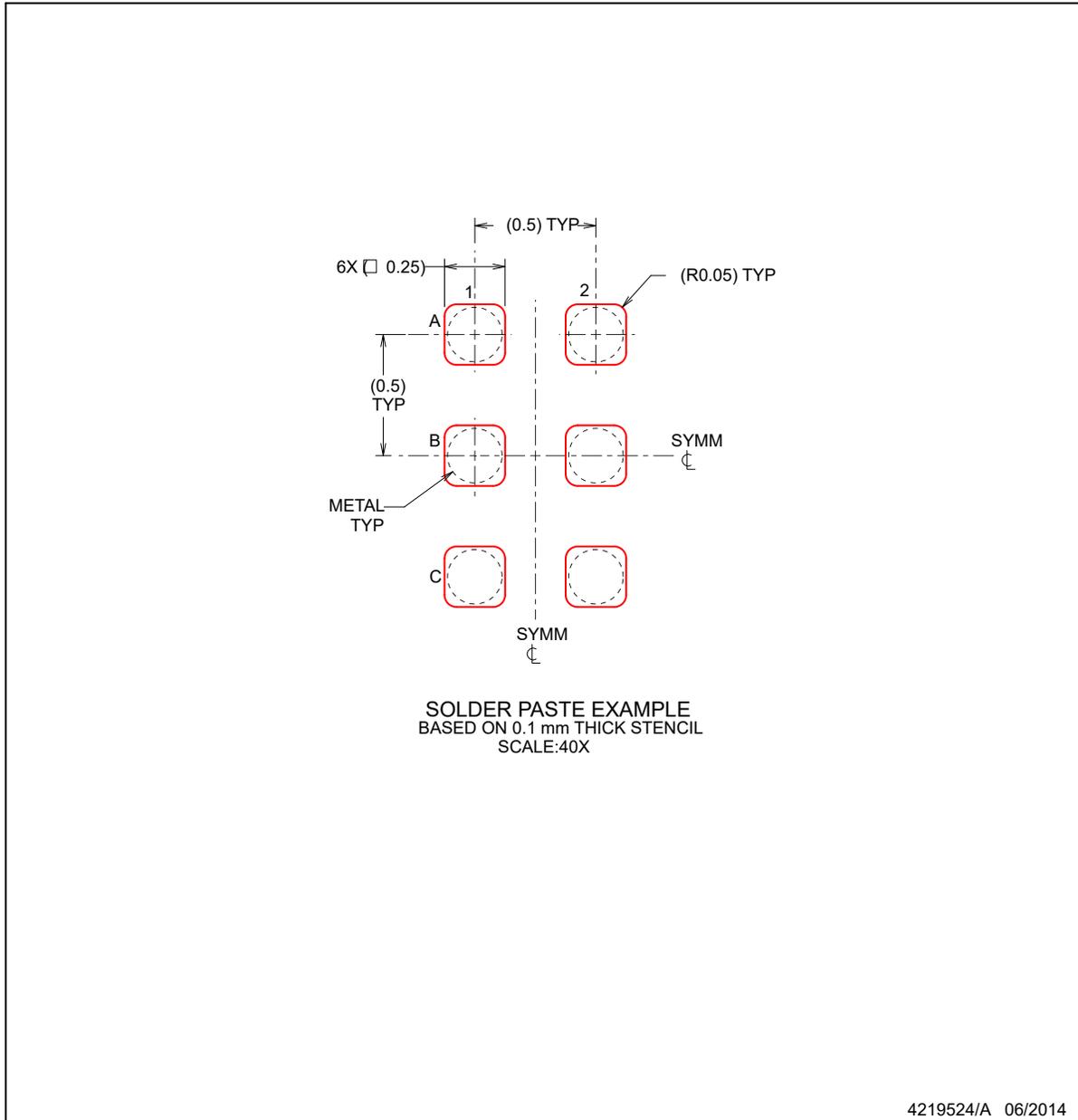
4. Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints. For more information, see Texas Instruments literature number SBVA017 ([www.ti.com/lit/sbva017](http://www.ti.com/lit/sbva017)).

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

YZP0006

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES: (continued)

5. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

**PACKAGING INFORMATION**

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package   Pins	Package qty   Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
CD3268A0YZPR	Active	Production	DSBGA (YZP)   6	3000   LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	(4H3, 4H5)
CD3269A0YZPR	Active	Production	DSBGA (YZP)   6	3000   LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	(4J3, 4J5)

(1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

**Important Information and Disclaimer:**The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

**TAPE AND REEL INFORMATION**

**QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE**


\*All dimensions are nominal

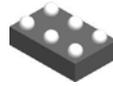
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
CD3268A0YZPR	DSBGA	YZP	6	3000	178.0	9.2	1.02	1.52	0.63	4.0	8.0	Q1
CD3269A0YZPR	DSBGA	YZP	6	3000	178.0	9.2	1.02	1.52	0.63	4.0	8.0	Q1

**TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS**


\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
CD3268A0YZPR	DSBGA	YZP	6	3000	220.0	220.0	35.0
CD3269A0YZPR	DSBGA	YZP	6	3000	220.0	220.0	35.0

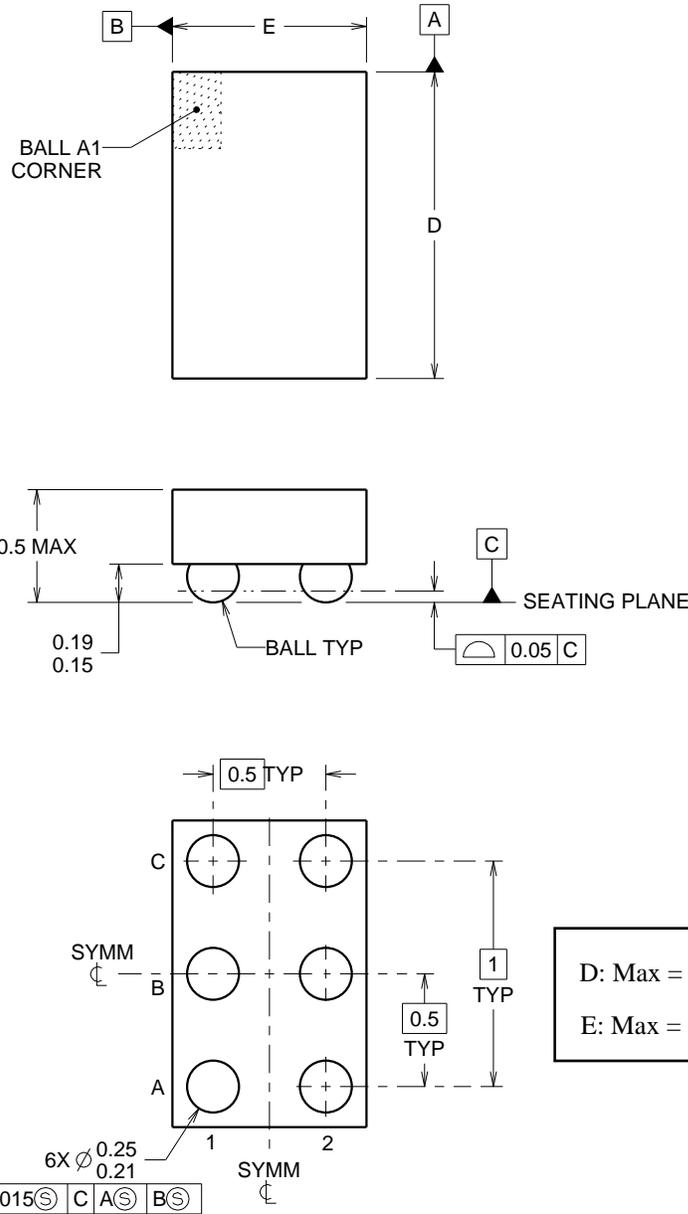
YZP0006



PACKAGE OUTLINE

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



D: Max = 1.418 mm, Min = 1.358 mm  
 E: Max = 0.918 mm, Min = 0.858 mm

4219524/A 06/2014

NOTES:

NanoFree Is a trademark of Texas Instruments.

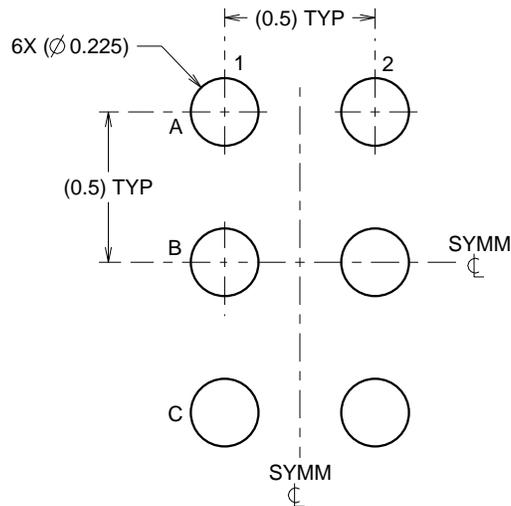
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. NanoFree™ package configuration.

# EXAMPLE BOARD LAYOUT

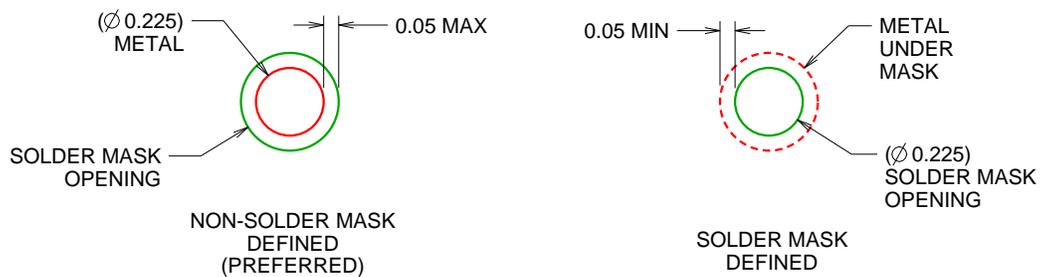
YZP0006

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



LAND PATTERN EXAMPLE  
SCALE:40X



SOLDER MASK DETAILS  
NOT TO SCALE

4219524/A 06/2014

NOTES: (continued)

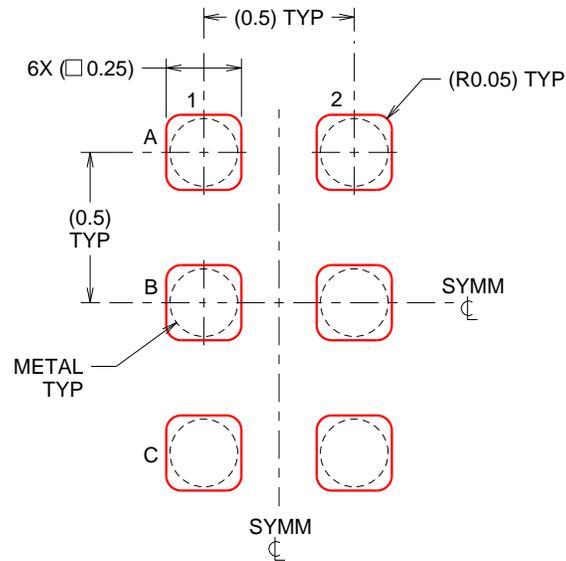
- Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints. For more information, see Texas Instruments literature number SBVA017 ([www.ti.com/lit/sbva017](http://www.ti.com/lit/sbva017)).

# EXAMPLE STENCIL DESIGN

YZP0006

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



SOLDER PASTE EXAMPLE  
BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL  
SCALE:40X

4219524/A 06/2014

NOTES: (continued)

5. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

## 重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月